

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
UFPR

**DESENVOLVIMENTO DE MODELOS DIDÁTICOS PARA O ENSINO
DA GENÉTICA NA ESCOLA PÚBLICA DO ESTADO DE SÃO PAULO.**

Paula Glasser Moretti

**Especialização em Genética para
Professores do Ensino Médio
Orientadora: Lupe Alle**

Votorantim
2011

AGRADECIMENTOS

Agradeço a preciosa colaboração da Prof.^a Sônia Ijano, amiga de muitos anos de Carlos Augusto, pelas preciosas colaborações que me foram de grande valia.

RESUMO

O presente trabalho, encerrando o Curso de Especialização em Genética para Professores do Ensino Médio, e refletindo as condições de ensino da genética, no ensino médio na escola pública do estado de São Paulo buscou o desenvolvimento de material didático a ser aplicado em sala de aula e que possa transpor as dificuldades que os alunos encontram na compreensão dos diferentes tópicos da genética, como por exemplo, a síntese protéica. Durante seu desenvolvimento houve a necessidade de se selecionar e reproduzir diferentes figuras que retomassem os conceitos fundamentais da citologia necessários para a compreensão da genética. O material construído foi aplicado em sala de aula onde pudemos perceber uma boa receptividade por parte dos alunos, através do levantamento de dados, manipulação do material, levantamento de questões pertinentes e o entendimento do conteúdo. Os registros das sondagens mostram um ganho de conhecimento do aluno após a dinâmica.

PALAVRA-CHAVE: Modelos Didáticos. Síntese Protéica.

SUMMARY

This work, ending the Specialization in Genetics for Middle School Teachers, and reflecting the conditions of teaching genetics in high school in the public schools of São Paulo sought the development of teaching materials to be applied in the classroom and can bridge the difficulties that students encountering understanding the genetics of different topics, such as protein synthesis. During its development it was necessary to select and play different figures referred back to the fundamental concepts of cytology necessary for the understanding of genetics. The material was applied in the classroom where we could see a good response from students through data collection, material handling, lifting and understanding of issues relevant content. Records of the polls show a gain after the student's knowledge dynamics.

KEYWORD: Didactic Models. Protein Synthesis.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	06
2. DESENVOLVIMENTO	08
2.1 - A síntese protéica	08
2.1.1 – Proteínas: gênese e novos insights	08
2.2 – Relação: proteínas e DNA lupas para o entendimento da vida	09
2.3 – Uma proposta: uso de materiais alternativos para estimular o aprendizado	11
3. METODOLOGIA	13
3.1 - Aplicação da dinâmica em sala de aula – 1ª. etapa	21
3.2 – Aplicação em sala de aula – 2ª. Etapa	22
3.3 – A aplicação da dinâmica em sala	23
4. RESULTADOS	33
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	37
BIBLIOGRAFIA	38

1. INTRODUÇÃO

A diversidade presente na formação dos alunos da Escola Pública e a sua visão dividida entre o mundo real, sentido na falta de perspectiva em relação ao futuro, e o universo compartimentado, observado em todas as disciplinas do currículo pedem formas alternativas para a construção do conhecimento.

Considerável parte dos alunos possui dificuldades em organizar idéias com princípio, meio e fim, face à fragmentação oferecida pela multiplicidade de informações presentes no mundo a sua volta, em especial na internet. Alguns pensadores e psicólogos americanos definem que os jovens internautas estão sofrendo de um distúrbio denominado “*cérebros de pipoca*”. O fenômeno ocorre em virtude do excesso de informações, exigindo que se executem simultaneamente várias tarefas.

Esse processo faz com que os alunos tenham dificuldade de se concentrar em apenas um assunto e tenham dificuldades em lidar com situações simples do cotidiano, como ler um livro ou prestar atenção numa aula.

Diante desse aluno está a genética, na mídia, no cotidiano, decidindo nosso futuro, assustando a opinião pública, e pedindo um posicionamento. Como fazer desse aluno um cidadão participativo, crítico, capaz de emitir uma opinião, ter um posicionamento, se ele não domina os processos básicos das ciências?

A experiência docente das últimas décadas mostra uma grande mudança no perfil do aluno. Hoje o discente não é apenas um expectador passivo, aberto a receber informações e conceitos sem participações e questionamentos. A aula teórica, discorrendo fatos e fenômenos têm pouca audiência, o aluno só participa quando entende e realiza tarefas.

É necessário que se veja o aluno como um protagonista, com necessidade de manipular objetos e temas para sua melhor vivência. Construir isso numa escola, que não tem estrutura para o desenvolvimento de tal comportamento, é cada vez mais necessário.

Enquanto professora, presencio cotidianamente essa situação e tenho observado que o uso de recursos alternativos em sala é uma ferramenta que pode melhorar o interesse e o aprendizado dos alunos. Esses recursos possibilitam

minimizar a distância do pensamento abstrato oferecido pela teoria científica e sua ligação com o concreto percebido por esses alunos.

Dentro desta concepção, o presente trabalho busca desenvolver um material didático, de baixo custo, fácil reprodução e aplicação pelo o professor, e que possa ser manipulado pelos alunos.

Escolhi trabalhar com síntese protéica, dada a abstração contida no conhecimento do processo, sua relevância para o entendimento da genética e pela dificuldade apresentada pelos alunos.

O objetivo desta proposta é, portanto o de desenvolver e aplicar o material para melhorar a compreensão sobre o processo da síntese protéica dos alunos, neste caso, das segundas séries do Ensino Médio da EE. "Prof. Carlos Augusto de Camargo", em Piedade SP, classe da qual sou professora titular.

Num segundo momento, após o entendimento do processo pelos alunos, esta proposta se amplia interdisciplinarmente, junto à área de Códigos, Linguagens e suas Tecnologias: através de Língua Portuguesa e Literatura e Arte. Numa continuidade os alunos farão uma peça teatral, com os personagens envolvidos no processo de síntese de proteínas, embasando-se na teoria, após compreender o processo desenvolvido em classe.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 - A síntese protéica

Síntese protéica é o processo de montagem das proteínas a partir da sequência de nucleotídeos característico de cada espécie, obedecendo a um código genético comum onde um ou mais trios de nucleotídeos, chamado de códon, irá corresponder a um aminoácido na formação da cadeia polipeptídica. Cada organismo irá variar na quantidade, nos tipos e na sequência dos nucleotídeos, porém, a montagem irá obedecer a um único código, qualquer que seja a espécie considerada.

A síntese das **proteínas** de um ser vivo representa muito mais que um simples processo de montagem de macromoléculas a partir da sequência dos nucleotídeos obedecendo a um código universal, é por meio das **proteínas** que os genes dizem às células o que elas devem ser e o que devem fazer. As novas descobertas vêm permitindo compreender cada vez melhor os passos que levam do **gene** à **proteína**. As **proteínas** são os principais produtos funcionais dos **genes**. É por meio das proteínas que o código contido no DNA se manifesta.

2.1.1 – Proteínas: gênese e novos insights

As proteínas fazem parte do sistema vivo, sua relação com o código genético, seus diferentes papéis hoje são conhecido, porém esse conhecimento é fruto de um processo histórico que começa no século XVIII, com a descoberta de que certos componentes do mundo vivo, como a clara de ovo (albúmen), o sangue e o leite, entre outras, coagulam em altas temperaturas e em meio ácido. Substâncias com esse tipo de comportamento foram denominadas albuminóides (semelhantes ao albúmen). (**Ver: Células albuminóides**).

Gerardus Johannes Mulder (1802-1880) usou pela primeira vez o termo **proteína** (do grego *proteios*, primeiro, primitivo) para se referir às substâncias albuminóides. Na verdade, foi o sueco Jöns Jacob Berzelius (1779-1848), um dos mais importantes químicos da época, quem sugeriu o termo a Mulder, por acreditar

que as substâncias albuminóides eram os constituintes fundamentais de todos os seres vivos. Já, o químico Franz Hofmeister (1850-1922) sugeriu, em 1902, que as proteínas seriam formadas por aminoácidos encadeados.

Enquanto prosseguiam as pesquisas sobre a natureza química das **proteínas**, desenvolvia-se paralelamente o estudo as **enzimas** (Enzimologia). Em meados do século XIX já se sabia que as **enzimas** apresentavam semelhanças com as **proteínas**. Entretanto, foi somente na década de 1930 que se esclareceu definitivamente a natureza química das **enzimas**: todas elas são formadas por uma ou mais moléculas de **proteína**. Nessa época, já era amplamente aceita a idéia de que as reações químicas vitais são catalisadas por **enzimas**.

Além as reações químicas, da defesa através dos anticorpos, as proteínas assumem também o papel plástico nos seres vivos, estando presente na estrutura da membrana plasmática e consequentemente em toda a estrutura viva. Nas cadeias alimentares iniciam-se com os produtores, passando para a cadeia heterótrofa através da alimentação. Nos heterótrofos, através da digestão, as proteínas são desmontadas liberando os aminoácidos que as compõe, estes, nas células, são remontados, de acordo com o DNA do organismo, produzindo assim todas as proteínas necessárias que sustentam a vida. (J. M. Amabis* e G. R. Martho – 2004)

Ao se abordar o assunto, proteínas, pode-se levar o aluno a refletir que o mesmo tipo de proteína, por exemplo, carne de gado, alimenta espécies diferentes, o homem, um cachorro e um gato, sendo igualmente desmontada pela digestão e remontada em novas proteínas de novas espécies a partir de cada um dos códigos genéticos ao longo das cadeias alimentares.

2.2 – Relação: proteínas e DNA lupas para o entendimento da vida

A compreensão da relação entre o DNA e as proteínas foi um processo longo de pesquisa que envolveu dezenas de cientistas laboratórios, desenvolvimento de técnicas e que esbarrava na leitura do código genético. James D. Watson (2005), relata em seu livro *O Segredo da Vida* que pouco depois de haver publicado relato sobre a dupla hélice , em 1953 , com Francis Crick, começou a receber notícias do conhecido russo George Garmow. Dentre elas, a de que ele se interessava pelo

DNA e pela conexão entre DNA e proteína, antes mesmo de Ingram haver demonstrado conclusivamente a relação entre as sequências de bases do DNA e a sequência de aminoácidos das proteínas.

Suas descobertas coincidiam com o próprio reconhecimento da Biologia, que estava enfim tornando-se uma ciência exata.

Ingram concluiu, em 1957, que a diferença entre a hemoglobina normal (hemoglobina A ou HbA) e a da siclemia (hemoglobina S ou Hb S) resultava da troca de um único aminoácido na sexta posição da cadeia beta. Isso só foi possível porque nessa época os cientistas estavam desenvolvendo métodos para determinar a sequência de aminoácidos das proteínas.

Watson (2005) antevia o dia em que *“todo organismo seria descrito geneticamente por um extensíssimo número de algarismos 1, 2, 3, 4, representando cada uma das bases A (adenina), T(timina), G(guanina) e C(citosina).”*

Como todo cientista, Gamow foi considerado um lunático, um bobo. Somente alguns meses depois, ao se encontrar com Crick em Nova York, é que sua competência e talento ficaram clara, sagrando-se um dos primeiros pesquisadores a aderir à causa do DNA.

A síntese protéica, numa linguagem menos técnica, é descrita por Watson como o resultado de uma história que atravessou décadas. Ao se referir a como uma proteína específica, a hemoglobina, é produzida, o estudioso dizia que:

Os glóbulos vermelhos do sangue [hemácias] são especializados no transporte de oxigênio. Para tanto, usam hemoglobina para levar o oxigênio dos pulmões aos órgãos e tecidos. As hemácias são produzidas na medula óssea por células-tronco: cerca de 2,5 milhões são criadas por segundo. Quando surge a necessidade de produzir hemoglobina, o segmento pertinente do DNA da medula óssea – o gene da hemoglobina – abre-se como um zíper, da mesma maneira que o DNA se abre ao replicar. Mas dessa vez, em vez de ambas as fitas serem copiadas, somente uma é transcrita – para usar o termo técnico. E, em vez de uma nova fita de DNA o produto criado com a ajuda da enzima RNA polimerase é uma fita única de RNA mensageiro, que corresponde ao gene da hemoglobina. E o DNA do qual o RNA proveio se fecha como um zíper novamente.

O RNA mensageiro é transportado para fora do núcleo, até um ribossomo, RNA e de proteínas, onde as informações contidas na sequência do RNA mensageiro serão usadas para gerar uma nova molécula de proteína. Esse processo é conhecido como tradução. Os aminoácidos chegam ao sítio anexado ao RNA transportador. Numa extremidade do RNA transportador está um tripleto específico (no caso do diagrama, CAA), que reconhece o tripleto oposto correspondente no RNA mensageiro, GUU. Na outra extremidade, o RNA transportador arrasta consigo o seu aminoácido equivalente – no caso, valina. No tripleto seguinte do RNA mensageiro, temos um RNA transportador de lisina (pois a sequência específica do DNA é TTC, que especifica a lisina). Resta agora apenas efetuar uma colagem bioquímica dos dois aminoácidos. Fazendo isso cem vezes, teremos uma cadeia de proteínas com cem aminoácidos de comprimento, cuja ordem terá sido especificada pela ordem dos As, Ts, G e Cs no DNA a partir dos quais o RNA mensageiro foi criado. Os dois tipos de cadeia de hemoglobina têm 141 e 146 aminoácidos de comprimento. Mas as proteínas são mais que meras cadeias lineares de aminoácidos. Uma vez formada a cadeia, as proteínas se desdobram em configurações complexas, às vezes pro si próprias, às vezes ajudadas por moléculas “auxiliadoras”. Somente quando assume essa configuração é que elas se tornam biologicamente ativas. No caso da hemoglobina, são necessárias quatro cadeias (duas de um tipo e duas de um tipo ligeiramente diferente) antes que a molécula esteja pronta para o trabalho. E inserida no centro de cada cadeia retorcida está a chave do transporte de oxigênio: um átomo de ferro.”

As palavras soltas começam a formar as primeiras frases, o livro da vida mostra seus primeiros capítulos, ao se compreender a relação entre o DNA e as proteínas, estamos saindo das trevas e lendo o livro da vida.

2.3 - Uma proposta: uso de materiais alternativos para estimular o aprendizado.

Este trabalho propõe desenvolver e aplicar um material didático que resgate os conceitos básicos necessários à compreensão da síntese protéica pelos alunos da 2ª Série do Ensino Médio da E.E. "Prof. Carlos Augusto de Camargo". Esse material deverá tornar a abstração do processo da síntese protéica mais concreta e, portanto mais próxima do entendimento dos alunos.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – PCN+ apontam que tradicionalmente o ensino da Biologia tem sido organizado em torno das várias

ciências da vida – Citologia, Genética, Evolução, Ecologia, Zoologia, Botânica, Fisiologia – e as situações de aprendizagem. Não raramente, enfatizam apenas a compreensão dessas ciências, de sua lógica interna, de seu instrumental analítico, de suas linguagens e conceitos, de seus métodos de trabalho, perdendo de vista o entendimento dos fenômenos biológicos propriamente ditos e as vivências práticas desses conhecimentos. Nessas circunstâncias, a ciência é pouco utilizada como instrumento para interpretar a realidade ou para nela intervir e os conhecimentos científicos acabam sendo abordados de modo descontextualizado.

Assim, por exemplo, quando se ensina Genética na escola média, comumente se procura familiarizar os alunos com os códigos próprios dessa ciência, seus métodos experimentais e, de modo geral, não vai para além dessa abordagem.

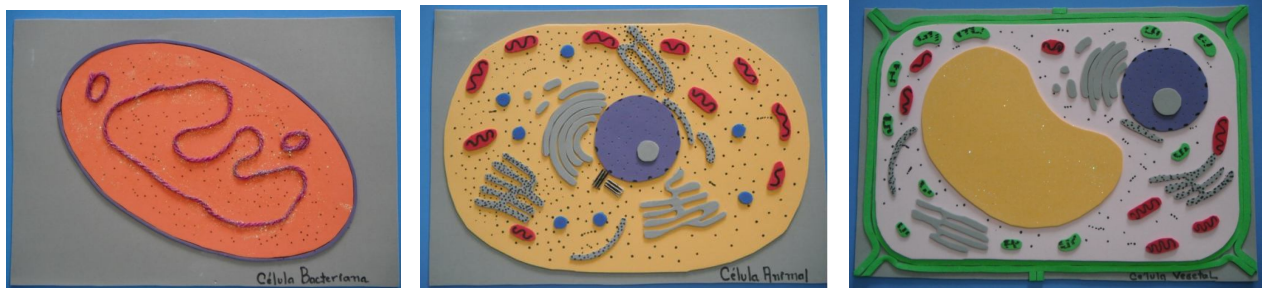
Não há uma preocupação em tratar o fenômeno da hereditariedade da vida de modo que o conhecimento aprendido seja instrumental e possa subsidiar o julgamento de questões que envolvam preconceitos raciais, ou facilitar o posicionamento diante de polêmicas relacionadas à produção e à utilização de organismos geneticamente modificados, ou ao emprego de tecnologias resultantes da manipulação do DNA (PCN +, 2000).

Desta forma, a hipótese que permeia o presente trabalho é que o uso de materiais alternativos para que os alunos possam aprender o processo da síntese protéica pode contribuir para um aprendizado construído a partir dos conhecimentos trazidos pelas vivências dos mesmos. Afinal, eles não são “tábuas rasas” e trazem vivências diferenciadas, que somadas ao conteúdo transmitido em sala de aula poderão gerar um aprendizado mais efetivo e significativo.

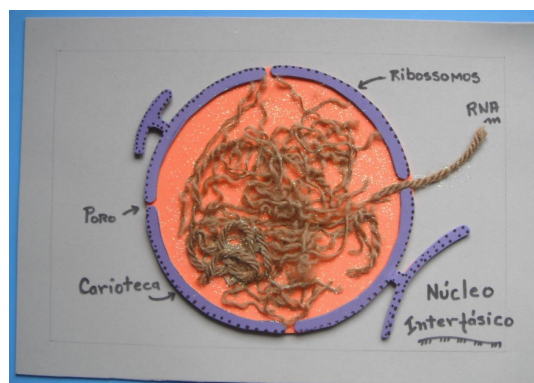
3. METODOLOGIA

No presente trabalho, através do material desenvolvido, busca-se o resgate de conceitos básicos da biologia que encaminhem à genética e mais especificamente à síntese protéica. Os diferentes modelos didáticos foram produzidos em Etileno Acetato de Vinila (EVA) colorida, em tamanho A4 (21 cm x 29,7cm), representando os conceitos fundamentais da biologia, conforme descrição a seguir:

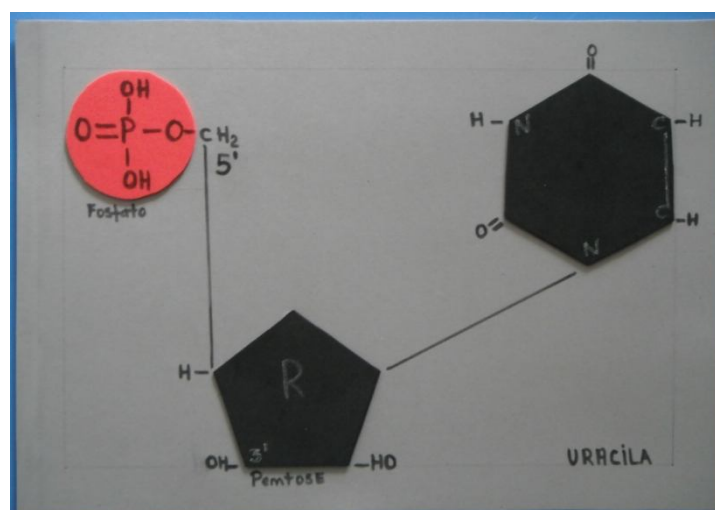
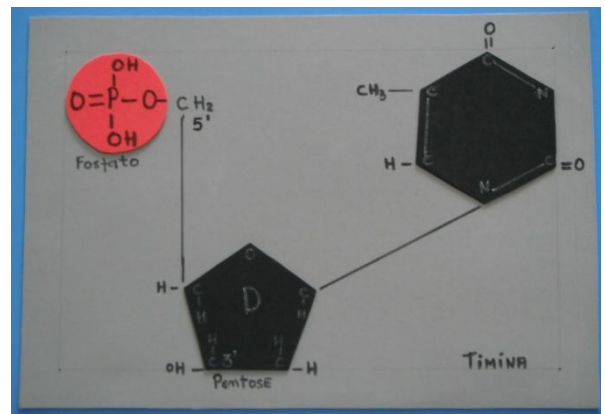
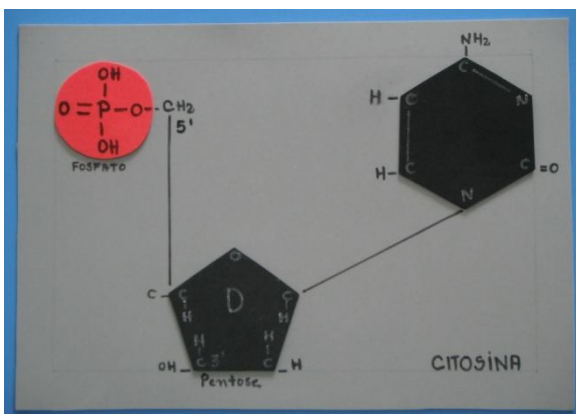
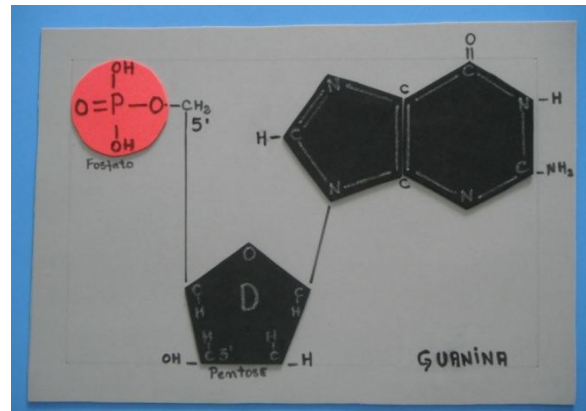
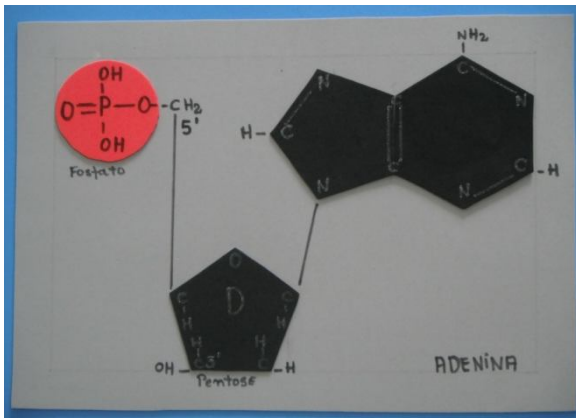
- Modelo didático bidimensional das células eucariontes animal, vegetal e da célula procarionte bacteriana, resgatando a teoria celular, um dos conhecimentos fundamentais da biologia indicando que todos os seres vivos são compostos por células (*Matthias Jakob Schleiden e Theodor Schwann*)



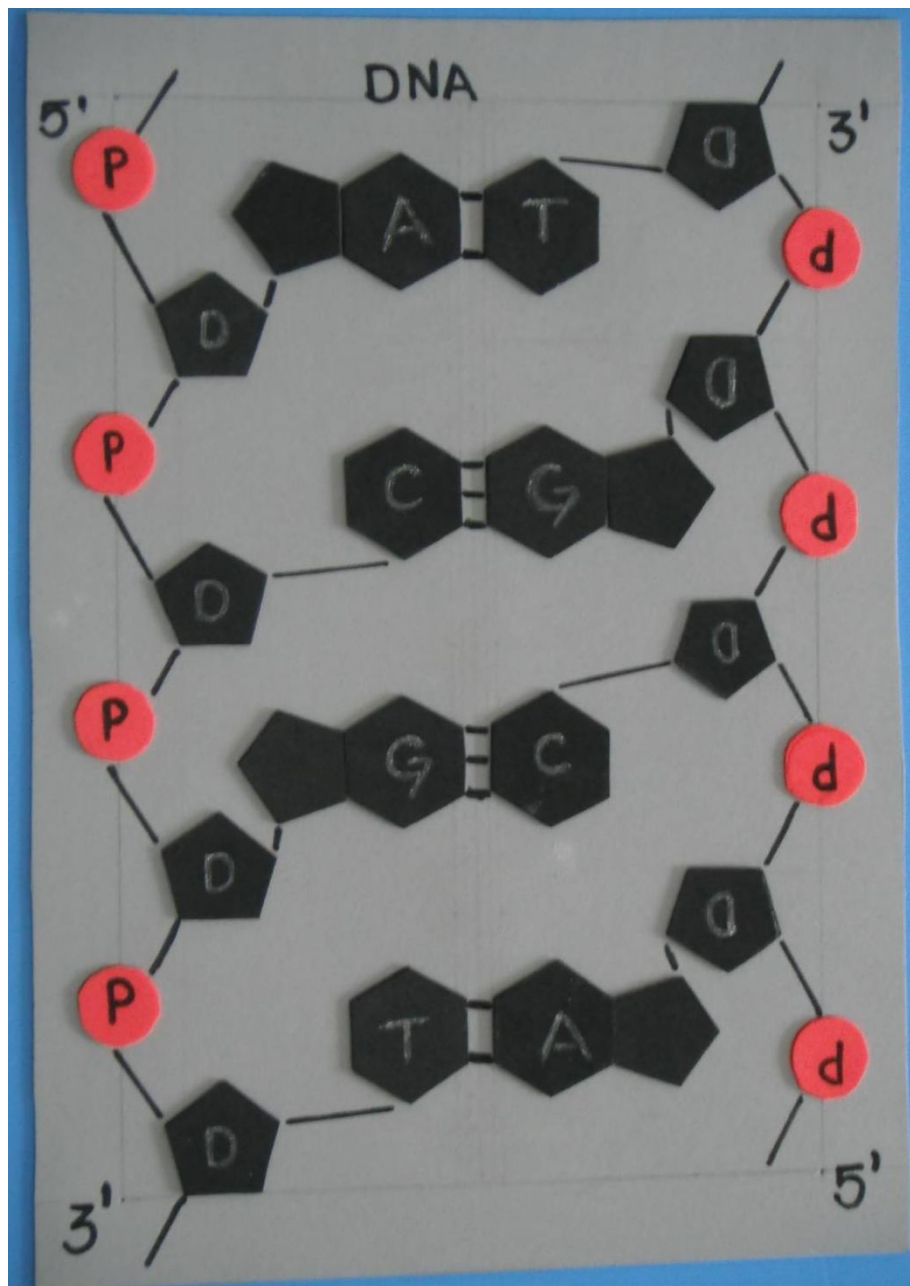
- Modelo didático bidimensional do núcleo interfásico, destacando que é nesse compartimento celular que se encontra a cromatina (do grego *chromatos*, cor), um conjunto de fios, cada um deles formado por uma longa molécula de DNA associada a moléculas de histonas, um tipo especial de proteína. A cromatina, detentora das características hereditárias e do comando celular através das proteínas a serem sintetizadas, após a condensação, aparece como cromossomo, na divisão celular.



- Modelo didático bidimensional dos nucleotídeos, presentes no DNA e no RNA diferenciando-os quanto ao açúcar e as bases. O modelo sugere que as moléculas de DNA e RNA são complexos polímeros, formados por subunidades, os nucleotídeos e estes por unidades menores, como o fosfato, uma pentose e uma base nitrogenada.



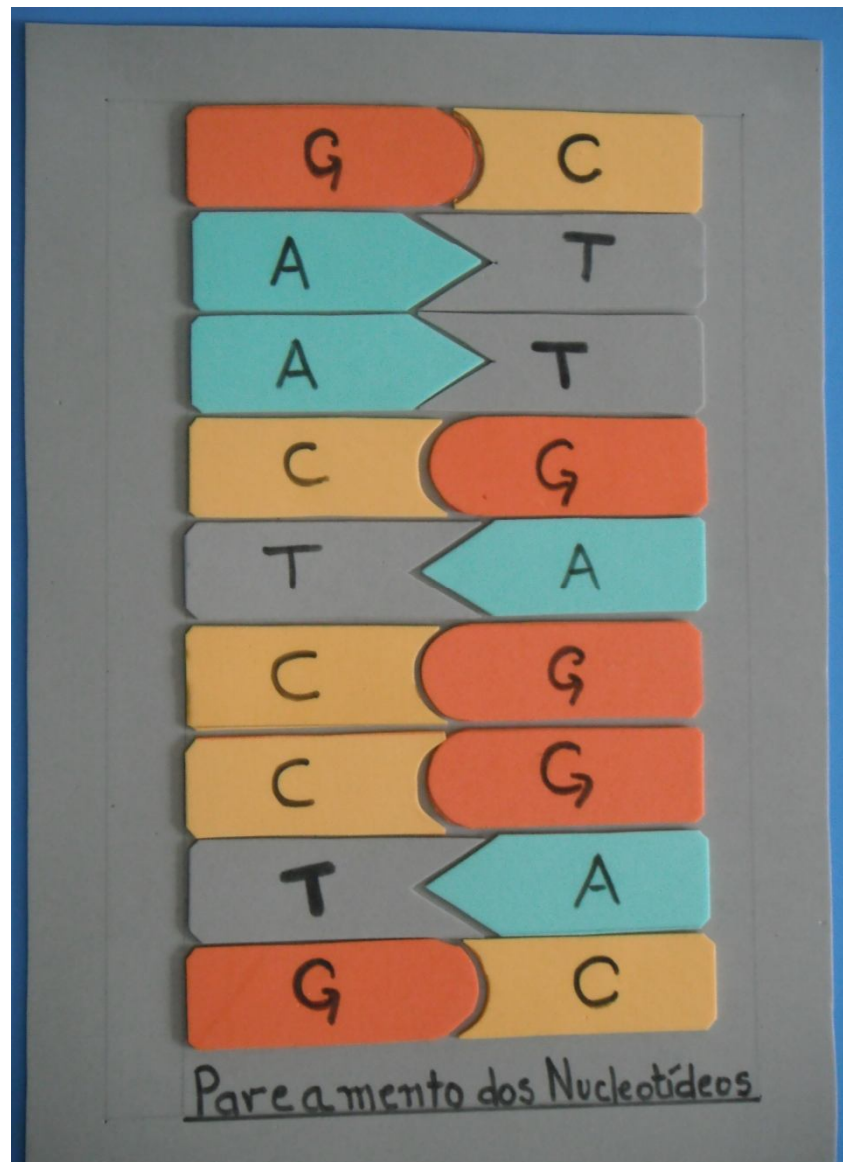
- Estrutura do DNA, principal componente da cromatina que se situa no núcleo celular ou pode estar dispersa no procarionte. O modelo mostra que a molécula de DNA é composta por duas cadeias de nucleotídeos e as ligações em direções opostas, ou seja, uma fita está orientada na direção $5' \rightarrow 3'$ enquanto que a outra fita está no sentido $3' \rightarrow 5'$. Essas fitas antiparalelas são unidas por ligações, denominadas pontes de hidrogênio, as quais são estabelecidas entre as bases nitrogenadas das cadeias opostas. Assim, na molécula de DNA, entre as cadeias antiparalelas, são observadas duas pontes de hidrogênio no pareamento A e T e três pontes de hidrogênio no pareamento G e C. Graças ao pareamento, as cadeias da molécula de DNA são ditas complementares e, conhecendo-se uma delas, é possível a construção da cadeia complementar.



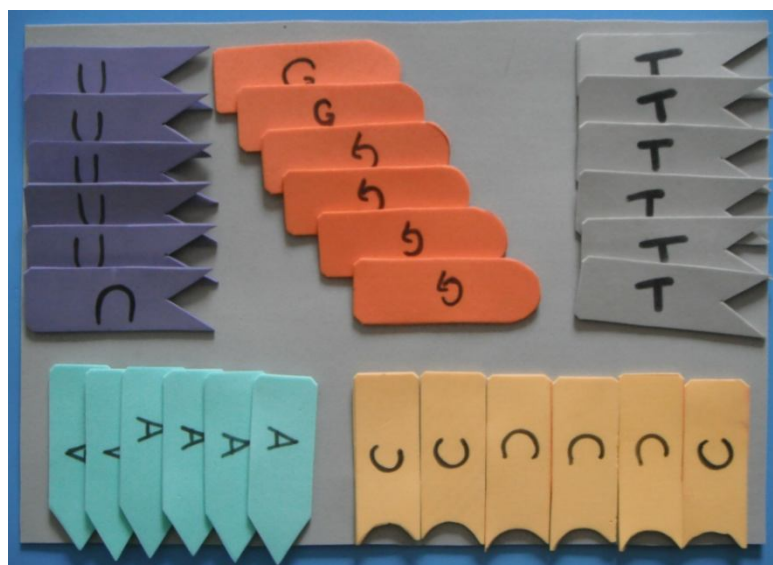
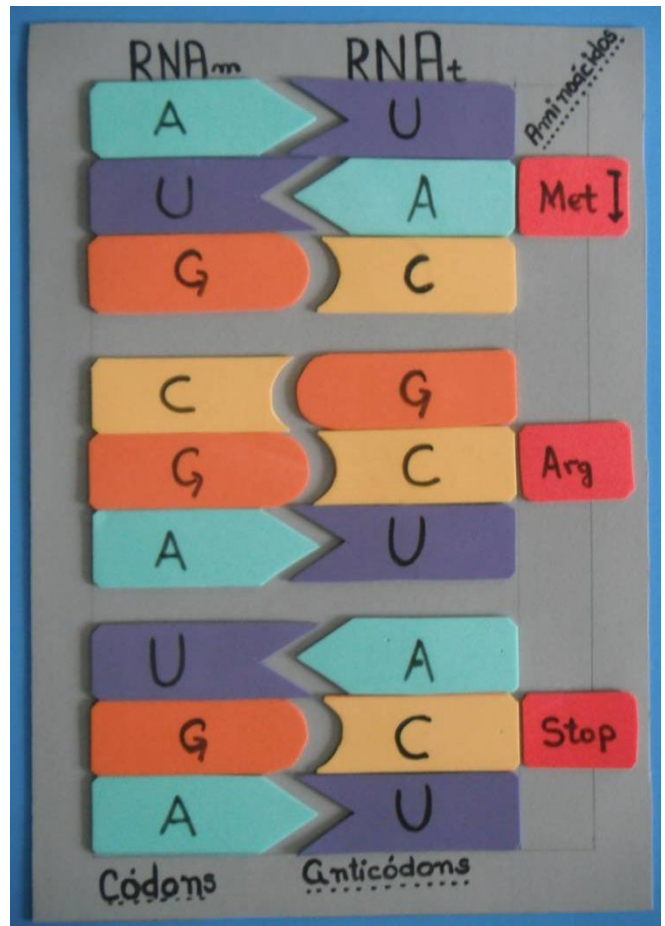
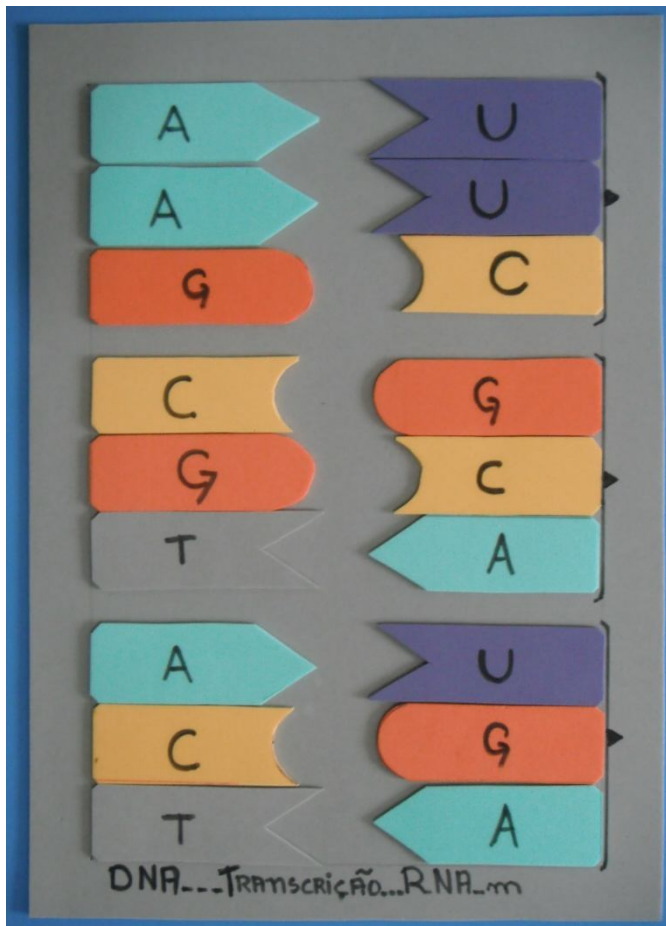
- Modelo bidimensional da proteína, como uma sequência de aminoácidos, determinada pela sequência de nucleotídeos.



- Modelo didático bidimensional do pareamento das bases do DNA, e a duplicação. Neste modelo o DNA é representado apenas pelas bases nitrogenadas, sem os detalhes das pranchas anteriores, e as ligações estão representadas pelos dois tipos de encaixe possíveis.



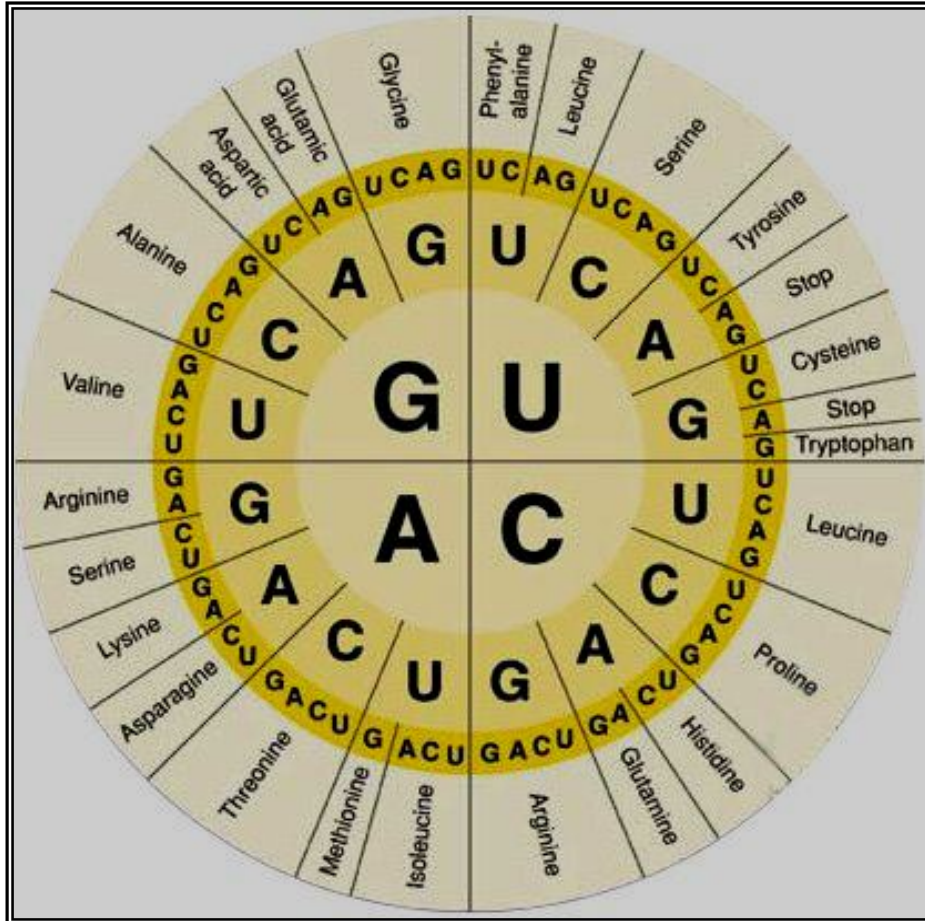
- Modelo didático bidimensional da molécula de DNA representando a transcrição e produção do RNAm, iniciando o processo de síntese protéica. Os nucleotídeos foram agrupados nos tripletos (códon), que serão lidos pelo código genético.



- Peças avulsas, os nucleotídeos, que serão manuseados pelos alunos e professor na montagem da molécula de DNA, para a síntese protéica. Cada um dos cinco diferentes nucleotídeos está representado por uma cor, e respectivo encaixe (A-T), (C-G) e (A-U)

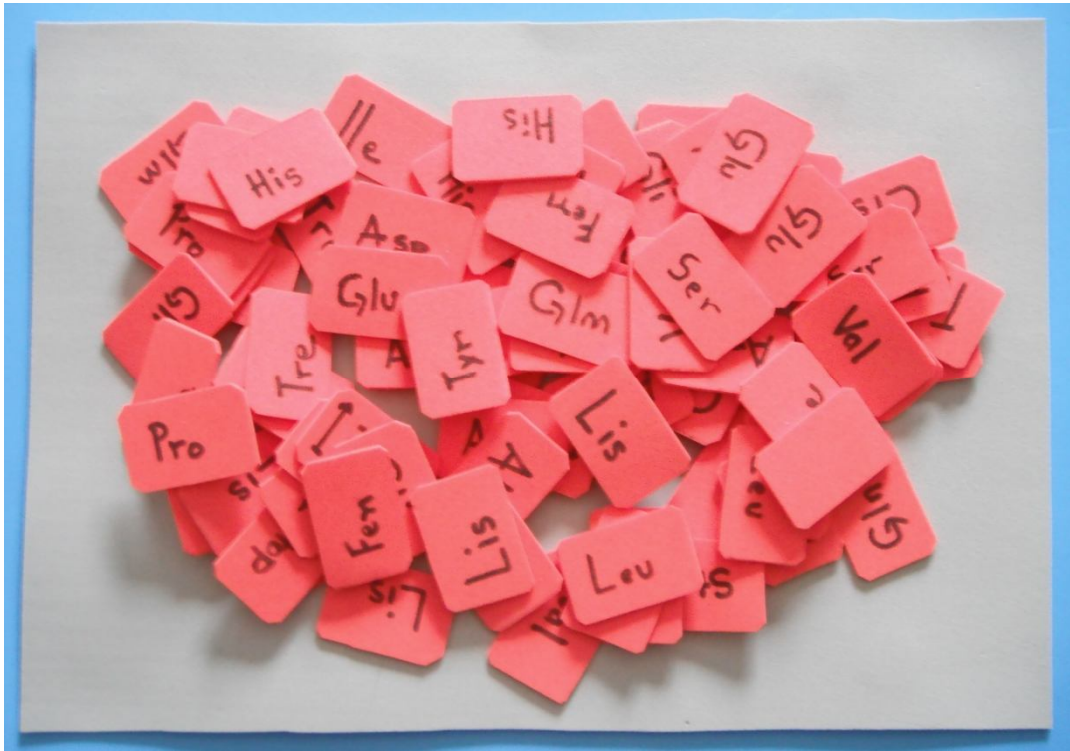


- Quadro representativo do código genético onde os códons, agrupamento de três nucleotídeos, estão associados aos respectivos aminoácidos, para a montagem da proteína.



<http://e-portfolio-biologia.blogspot.com/2008/10/o-codigo-gentico.html>

- Peças avulsas representando cada um dos vinte aminoácidos para a montagem das proteínas a partir da sequência de nucleotídeos.



3.1 - Aplicação da dinâmica em sala de aula – 1ª. etapa

O material desenvolvido permite a abordagem de diferentes assuntos dentro da citogenética, como a síntese protéica que deverá ser encaminhada da seguinte maneira:

- Divide-se a sala em três grupos;
- Cada um dos grupos receberá um número igual de peças que representam os nucleotídeos;
- Sem prévia explicação, pede-se que os grupos que encaixem as peças recebidas, cuidando para que um grupo não veja o trabalho do outro;
- Observar a reação dos alunos ao perceber que há apenas quatro diferentes tipos de peças e dois tipos de encaixes, havendo a liberdade em trabalhar a sequência desses encaixes;
- Após a montagem, colocá-las lado a lado e tendo a atenção dos alunos, nomear cada uma das cadeias como representando um ser vivo, como por

exemplo, o homem, um pé de couve e uma lesma. Os próprios alunos podem escolher os seres vivos;

- Já nomeadas, levanta-se a questão para a reflexão dos alunos: Como diferentes seres vivos podem ser montados com apenas quatro bases e apenas dois encaixes? O que se pode variar dentro dessa limitação?
- A partir desse questionamento espera-se que os alunos percebam que as quatro bases, com apenas duas ligações podem variar na quantidade, no arranjo e nos tipos de bases usadas e que é praticamente infinita a possibilidade de arranjos;
- A partir de então se explica que a diversidade pode ser entre as espécies e dentro de uma mesma espécie, tendo como origem o arranjo das bases que forma a molécula de DNA;
- Essas mesmas montagens podem representar três alunos da sala, enfatizando que em qualquer situação a origem está na combinação dos nucleotídeos;
- Pode-se nesse momento mencionar que a sequência de nucleotídeos, determina a sequência de aminoácidos na construção das proteínas, através dos tripletos (códon), identificados através do código genético comum a todas as espécies.
- Dependendo do grupo pode-se abordar com maior profundidade o assunto, como por exemplo, as mutações, exemplificando de com situações que sejam do conhecimento do aluno, as gripes por exemplo.

3.2 – Aplicação em sala de aula – 2ª. etapa

Numa segunda etapa, de dimensão interdisciplinar, é possível teatralizar o processo, com a área de Códigos, Linguagens e suas Tecnologias – disciplinas: Língua Portuguesa e Arte, da seguinte forma:

Partindo-se do conhecimento adquirido na dinâmica da etapa nº 1, pode-se trabalhar a síntese protéica, através de uma encenação que poderá ser dramatizada, através da escrita de uma peça, acompanhada pela professora de Língua Portuguesa e encenada, a partir do acompanhamento do Professor de Arte.

Os alunos poderão dramatizar em uma peça a ser apresentada inicialmente para a classe e, posteriormente, na Mostra de Talentos, que se realiza em nossa Escola, ao final do ano.

Cada aluno deverá interpretar os componentes do processo, como se fossem personagens, utilizando os seguintes conceitos:

- O núcleo o que irá decidir a sequência de nucleotídeos
- O RNAm responsável por levar a mensagem do DNA
- O RNAr, que irá auxiliar o RNAm no hialoplasma no reconhecimento dos aminoácidos (leitura do código genético) trazidos pelo RNAt e os RNAt, como os responsáveis pelo transporte dos aminoácidos
- O fator mutagênico provocando uma alteração num nucleotídeo que poderá ser percebida ou não na cadeia polipeptídica.

3.3 – A aplicação da dinâmica em sala.

A hipótese foi testada em duas classes de 2ª. série do EM da EE. "Prof. Carlos Augusto de Camargo", logo no início de volta às aulas, no 2º semestre, da seguinte forma:

- Total de 30 alunos
- Tempo de duração da dinâmica duas aulas de 50 min. cada.

As etapas estão descritas a seguir:

A – Sondagem do conhecimento prévio do aluno;

Foi aplicado um questionário contendo duas questões, onde na primeira questão pede-se ao aluno que observe o colega e mencione duas características que o torna diferente dele. Numa segunda questão pede-se que explique a existência dessa característica, ou seja, como para ele ela surge, ou aparece no seu colega.

B – Num segundo momento os grupos receberam quantidades iguais de nucleotídeos onde se encontram misturadas as quatro diferentes bases nitrogenadas, adenina, guanina, citosina e timina, escolhidas aleatoriamente.

C – Após a montagem colocam-se, duas cadeiras lado a lado que são identificadas segundo as características escolhidas pelos alunos, por exemplo, a cor de cabelo, escura representado por uma das cadeiras e clara para a outra cadeia.

D - Os alunos são convidados então a refletir o porquê da diferença, observando as duas sequências, e após algum tempo perceberam que as sequências eram diferentes. Após pede-se que contem as quantidades de bases nitrogenadas em cada sequência e eles percebem que essa é uma segunda diferença. Na próxima interferência chama-se a atenção do aluno esclarecendo que na natureza o número de bases nitrogenadas de um organismo é muito grande, da ordem de milhar ou milhão e que essa seria uma terceira diferença, aumentando muito as possibilidades de combinação e conseqüentemente de características. Na conclusão dessa fase elenca-se que as sequências, os tipos e o número de bases nitrogenadas, são os responsáveis pela diversidade do mundo vivo, dentro da simplicidade de quatro bases e duas ligações, anteriormente observadas.

E – Estabelecida a noção de que o arranjo do DNA é que imprime as diferenças observadas introduz-se a noção de que essas sequências determinam a ordem dos aminoácidos na montagem das proteínas e estas se expressam de diferentes formas num organismo, como por exemplo, as características apontadas na sondagem, como a coloração de cabelo e olhos que foram citadas pelos alunos.

F – A dinâmica contou com a participação ativa dos alunos, num clima bastante agradável, gerando inúmeros questionamentos ultrapassando o tempo previsto.

G – Registro das imagens da aplicação da dinâmica.

















4. RESULTADOS

O quadro abaixo resume as principais características levantadas na sondagem inicial na primeira parte da dinâmica.

Característica Destacada	Quantidade de citações
Cor do cabelo	19
Cor de olhos	11
Estatutura	8
Cor da pele	7
Tipo de cabelo (liso/ondulado)	6
Tipo de cabelo (fino / grosso)	5
Timbre de voz (grave/aguda)	3
Formato do rosto	2
Sobrancelhas (grossa/fina)	2
Tipo de corpo (magro/gordo)	2
Sardas (com/sem)	2
Tamanho das mãos	1
Quantidade de cabelo	1
Inteligência	1
Formato do nariz	1

Abaixo temos a transcrição das respostas dos alunos explicando o porquê das diferenças entre as características destacadas no quadro anterior, segundo seu conhecimento.

1. ``Cada um tem sua própria característica produzida pela célula, ou seja, pelo DNA (Sabrina G. Oliveira)``
2. ``Talvez eu tenha mais proteína que ela (Jullye Emily)``
3. ``Acredito que seja mais liso e de outra cor por causa da genética e mais curto por causa do gosto (Ana Carolina Chiarelli Inoue)``

4. É produzida como essa característica pode ser que uma diferença de você um bem diferente do outro, e também um jeito um do outro (Matheus Escanhoela – inclusão)
5. ``Ele é moreno porque seu pai ou sua mãe são morenos, e por isso ele saiu desta cor (Bruno Ribeiro Nunes)
6. ``Ele é menor que eu, isso ocorre porque os hormônios são diferentes do meu. É por que o corpo dele é diferente, pois as células que produzem os hormônios que nos fazem crescer é única (Ronaldo Flora)
7. ``Por seu DNA e sua genética (Thiago Taveira Sastre)``
8. ``O corte do cabelo é diferente, a cor, a espessura é mais bonito. Porque o cabelo é feito de proteínas e provavelmente ela coma mais proteína do que eu (Roberta de Borba Barros)
9. ``Porque ele tem seu próprio DNA que no caso cada uma tem o seu isso é o que diferencia uma pessoa da outra (Karina Rodrigues)``
10. ``A característica dessa pessoa se baseia no seu DNA ser diferente e pelos seus pais que são diferentes dos meus e as características dos pais que são coladas no filho dizendo se é alto, baixo, cabelos pretos, ruivos, inteligente ou não. Então nossas características não são escolhidas e sim a herança genética de nossos antepassados que são pais, avós, bisavós e etc. (Cleber Lucas Mariano)
11. Ele é assim pela genética dele, pois a maioria dos familiares é magra (Vinícius Ferreira da Silva)
12. Porque ele nasceu escurinho (Matheus José da Silva)
13. Essa diferença é porque ele tem outro estilo do meu (Ukenedy de O.A. Lopes)
14. Isto ocorre por causa da genética ele deve ter puxado o seu pai ou a sua mãe ou os seus avós (Renan Henrique Santos Pereira)
15. Bom é diferente por causa das células dele serem diferentes da minha, pois cada um tem seu encaixe (Marilyn Ap. da Silva Laurindo)
16. Através das células que produzem o cabelo, pois as células capilares são diferentes (Douglas Henrique)
17. Ele veio de família alemã, ele tem as características dos avós que são alemães. As sequências das escadas do DNA são diferentes do meu (Isabella Godinho da Silva)

18. Através dos meus descendentes e das células. Através da genética, do DNA das células, ou seja, a sequência que cada uma delas se encontra, a quantidade de encaixe, que nos diferencia de uma pessoa para a outra (Janaína da Silva Moraes)
19. Por causa da sequência da ordem (Bianca Daniely Dias)
20. A Diferença é a ordem do DNA (Jussara Cardoso Tiburtino)
21. Existe essa diferença porque somos de famílias diferentes (Guilherme Flores de Jesus)
22. Essa diferença existe porque somos filhos de pais diferentes com características diferentes um do outro (Rafael Miranda Marum de Souza)
23. É produzido pelas células produtoras de cabelo e a mãe dela fala para cortar o cabelo (Júlio Cesar Amate)
24. A cor dele é de ficar no sol, pois ele é moreno e eu sou branco, o cabelo dele ele não corta e deixa crescer, eu corto quando ele cresce, ele é grosso (Marcos Vinícius Miranda)
25. Essa diferença é produzida através dos meus descendentes e das células que cada um tem. A diferença é produzida por todas as células (Lilian Nascimento de Almeida)
26. Por causa do DNA a genética não é a mesma (Marlon Philippe de Oliveira)
27. Por causa da genética, DNA (Amarildo P. S. Junior)
28. Somos filhos de pais diferentes, ou seja, nosso DNA não é o mesmo, as células são diferentes, mas também pode acontecer de pessoas que não contêm as células que não produzem cor, são conhecidas como albinos (Ana Paula Batroff de Oliveira)
29. A pele dela é mais morena porque as células dela produzem mais tinta do que as células da pele branquinha. Cada DNA tem uma sequência e quantidades por isso ela tem cabelos e olhos castanho-escuro. A altura deve ser também por causa do DNA e da genética dos descendentes dela (Maysa Cristina Ap. Cardoso).
30. Pois ela é de uma família diferente da minha, pois a minha família é de pessoas morenas e a dela já são mais alemães, louros, olhos claros. Pois cada um com uma célula diferente, e isso faz com que ninguém seja igual ao outro (Larissa Bueno de Goes)

O grupo foi subdividido em dois, os alunos de 1 a 13 responderam apenas uma vez a questão, ou seja, na sondagem inicial. A partir do aluno 14 até o número 30 eles puderam refazer as respostas após a aplicação da primeira etapa.

Pode-se perceber em função disso que o primeiro grupo explica de forma mais superficial, e que embora mencionem o DNA, ainda não tem a noção das diferenças apontadas no final da primeira dinâmica, ou seja, que o DNA pode ser diferente quanto à sequência, tipos de bases e quantidade. Já a partir da resposta do aluno 14º alguns se preocuparam em mencionar a conclusão da dinâmica, o que pode ser percebido em algumas respostas.

Durante a aplicação muitos questionamentos surgiram como a questão de doenças freqüentes nas famílias e a possibilidade de as pessoas desenvolverem ou não, a paternidade, muito difundida na mídia, também foi tema de questionamentos, assim como o homossexualismo ter ou não caráter genético. A ocorrência de mutações como fonte da variedade de características também foi abordado, tendo a todo o momento a atenção dos alunos que por vezes disputavam nossa atenção. O que mais me chamou a atenção foi que durante a aula a Coordenadora da escola veio até a sala para dar um recado e uma aluna pediu para não atrapalhar que a aula estava legal, essa aluna é sempre motivo de comentário entre os professores, por não participar das aulas (Isabela Godinho da Silva), depoimento número 17. Alguns alunos não se sensibilizaram pela dinâmica, mantendo um comportamento infantil, e por vezes atrapalhando.

O trabalho em sala continuará ao longo do semestre buscando a melhora no aprendizado.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho do professor é uma contínua reflexão de sua prática, seu universo, a escola, e seu público, o aluno, sua missão, a apropriação do conhecimento, e suas frustrações na sala de aula, me levaram a buscar desenvolver um material que permitisse ao aluno quebrar a barreira entre o abstrato e o concreto quando o assunto é a genética. Durante as diferentes fases me vi frente ao dilema da melhor escolha para o aluno, os modelos mais significativos, o caminho mais eficiente, as cores que mais chamariam a sua atenção e em como o material seria apresentado, recebido, manipulado e a sua real eficácia. O trabalho me proporcionou algumas oportunidades inclusive a de transpor barreiras da minha própria formação, e na busca do melhor para meu aluno, colocando-me no seu lugar e quem mais aprendeu foi eu mesma.

BIBLIOGRAFIA

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DO ESTADO DE SÃO PAULO – Ciências da Natureza, Matemática e Suas Tecnologias - Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – 2006.

WATSON, JAMES D., 1928 - DNA O SEGREDO DA VIDA / James D. Watson com Andrew Berry; tradução Carlos Afonso Malferrari. - São Paulo Companhia das Letras, 2005.

AMABIS, JOSÉ MARIANO / MARTHO, JOSÉ RODRIGUES – Biologia – 2ª Ed. – Moderna 2004.

J. M. Amabis* e G. R. Martho

<http://www.moderna.com.br/didaticos/em/biologia/temasbio/atualidades/TB06.pdf>

TABELA DO CÓDIGO GENÉTICO

<http://e-portfolio-biologia.blogspot.com/2008/10/o-codigo-gentico.html>

GRIFFITHS, ANTHONY J. F.; GELBART, WILLIAM M.; MILLER, JEFFREY H.; LEWONTIN, RICHARD C. - Genética Moderna – 2001 – Guanabara Koogan S. A.